

APELLIDOS:

NOMBRE:

EJERCICIO DE ESTADO (45 minutos)

Sea un sistema de dos entradas (u_1, u_2) y dos salidas (y_1, y_2), que responde al modelo representado por el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales:

$$\ddot{y}_1 + 3\dot{y}_1 + 2y_1 = u_1 + u_2$$

$$\dot{y}_2 - \dot{y}_1 + 3y_2 - 3y_1 = u_1 + u_2$$

En el que se pide:

1. **(1 punto)** ¿Podrías decir algo sobre la controlabilidad del sistema respecto de u_1 y u_2 a simple vista sin realizar un solo cálculo? Razonar la respuesta.
2. **(2 puntos)** Obtener una representación del estado del sistema eligiendo las variables de estado a partir exclusivamente de la información que aparece en las expresiones diferenciales (no serán válidas combinaciones funcionales de las mismas). ¿Existe acción directa de la entrada sobre la salida?
3. **(2 puntos)** Obtener la evolución temporal de las salidas y_1 e y_2 tomando como condición inicial aquella en la que todas las variables de estado tienen valor unidad y ambas entradas son nulas.
4. **(1 punto)** Justificar matemáticamente lo propuesto en el apartado 1, estudiando las posibles situaciones que se pueden dar con las diferentes entradas.
5. **(1 punto)** Comprobar la observabilidad del sistema respecto de y_1 e y_2 . Analizar todas las posibilidades.
6. **(1.5 puntos)** Plantear una hipótesis de diseño razonada para que el sistema no se haga inestable ante ninguna situación (con independencia de K , la ganancia del lazo abierto), actuando únicamente sobre uno de los polos. Diseñar una realimentación del estado que cumpla con lo planteado.
7. **(1.5 puntos)** Desde el punto de vista del diseño de un regulador óptimo:
 - a. Explicar breve y concisamente el significado y utilidad del funcional:

$$V(x) = x'Px$$
 - b. Cuando un índice de coste se ve afectado por el término $\|x(t)\|^2$ ¿qué objetivo persigue su inclusión?
 - c. Idem para $\|u(t)\|^2$
 - d. ¿Qué papel juegan los parámetros Q y R en el diseño LQR? ¿Cuál es la correspondencia de ambos con los términos de los apartados b y c?

Nota: Responder exactamente a lo que se pide, haciendo especial hincapié en los verbos en infinitivo de las preguntas (justificar, explicar, etc ...). No se darán por válidas aquellas respuestas que no se expliquen o no se justifiquen cuando así se pida.